

HIDAS KÁROLY

A SZOVJET ÉS MAGYAR ALSÓ- ÉS KÖZÉPISKOLAI TERMODYNAMIKA TANTERVÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Abstract: (Comparison of Teaching Thermodynamics at Primary and Secondary Schools in Hungary and the Soviet Union) The author gives a short outline about the circumstances of teaching thermodynamics at primary and secondary schools in Hungary and the Soviet Union.

The analysis includes the requirements introduced in Hungary during the educational reform and the defects of the new programmes of the course of teaching thermodynamics. The problems of teaching thermodynamics, in technical secondary schools are not treated in this paper, the author deals with the problems of teaching thermodynamics only at primary and grammar schools.

I. Bevezetés

1963-ban Kielben (NSZK) összeült a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (Organization for Economical Cooperation and Development), ahol a fizikatanítás akkori helyzetével foglalkozott. Megállapították, hogy a rohamos fejlődés és a régi iskolai nevelés között nagy a szakadék. Szükség van oktatási reformokra.

Az 1963. év előtti oktatásra jellemző volt, hogy:

- 1./ A tankönyvek tartalma és tárgyalási módja igen lemaradt a modern követelményektől.
- 2./ Új tárgykörök felvételével próbálkoztak ugyan, de ezek nem vezettek eredményre.

3./ Tananyaguk igen terjedelmes és nehezen tanulható.

4./ A technikai ismeretek bevezetése még nehezebbé tette az anyag tanulását. (1)

Lényegében az iskolai fizikaoktatásnak az a feladata, hogy a világról modern fizikai fogalmakat adjon. Az új iskolareformok ezidélgi tökéletes megvalósítása nem sikerült, mert "megtartotta magában a klasszikus fizika világát, és megpróbálták abba belemenni a tudomány legújabb eredményeit. Az elemi részecske, az atom, a molekula jelenségeit nem lehet a makrovilág formáira és törvényeire visszavezetni."(2)

A következőkben a vizsgálatunkat csak a termodinamika tárgy körére terjesztjük ki és azt fogjuk elemezni.

Megállapítható, hogy mind a Szovjetunióban, mind nálunk nagy jelentőséget kapott az iskolai oktatásban a fizika, matematika és az idegen nyelv.

A természettudományok gyors fejlődése elengedhetetlenül szükségessé tette, hogy az oktatásban új tankönyvel új tárgyalási móddal jelenjenek meg.

A magyar iskolarendszer valamivel jobb helyzettől indult 1945-ben, mint a Szovjetunió 1917-ben.

A Szovjetunióban a hétfosztályos iskolarendszerről át kellett térni a tizenhárom osztályos rendszerre.

Az 1. táblázat tartalmazza a fizikaoktatás óraszámának megoszlását 1975-ig.

	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.
1. Szovjetunió	2/70	2/70	3/103	4/40	5/175	-	-	-
2. Magyarország	2/66	2/66	2/66	-	3/99	3/99	4/116	-

1. táblázat

Az egyes oszlopokban az első szám a heti, a második az éves óraszámot jelenti.

A második táblázat a jelenlegi 1986-os helyzetet mutatja be.

	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1. Szovjetunió	2/68	2/68	3/102	4/136	5/175	4,5/154	-
2. Magyarország	2/64	2/64	2/64	2/64	2/64	3/96	3/84

2. táblázat

A két táblázatból, de majd később is látható, hogy a szocialista országokban megvalósuló fizikaoktatás fejlődésében több közös azonosság figyelhető meg. (3)

Az alsófokú iskolákban a termodinamika tanítása a régi konvencionális módszerekkel történik. Az új "forradalmi", hogy már nem használják a hő, a hőmennyiség régi formáját. Új arculatot kapott a termodinamika azáltal, hogy a molekuláris elmélet alapjait feltárja és a korosztálynak megfelelően alkalmazza a belsőenergia, a rendeződés, a "gulyók" ide-oda röpködésének valódi közelítését. A felépítés az anyag tárgyalásában viszont a korábbiaknak megfelelően alakult.

II. Termodinamika oktatása a Szovjetunióban

A szovjet iskola beindulása az elmaradt cári iskolarendszernek a teljes megváltoztatásával kezdődött. Az eltelt 70 év igen sok és lényeges változást jelentett az iskolai tanítás rendszerében.

A reform mindig helyes és korszerű célkitűzéseket jelentett, de módszerében a fizikaképzés a klasszikus elméletre épült. A fizikatanítása tartalmilag változott: a túlterhelés miatt többször kimaradtak anyagrészek, majd ismét visszakerültek a tantervbe. Már a 40-es években Gorjacs-kin így vélekedett ezekről a kérdésekről: "Azt a kérdést, hogy az alapfokú fizika tananyagába bevezessük-e a molekula- és elektronelméletet, vagy

helyesebben ezen elméletek elemeit, nem tekinthetjük eldöntöttnek. Számunkra nem kétséges, hogy ezen elméletek elemeit okvetlenül bele kell a tantervbe venni." (4)

Véleménye szerint a kinetikai elmélet bevezetése megkönnyíti a tanult jelenségek fizikai lényegének elsajátítását. Ez az elmélet már nemcsak formális magyarázatot ad a hőmérséklet, a hőmennyiség stb. fogalmára.

A fizika oktatása a szovjet iskolákban kezdettől fogva kétfokozatú volt. Minden fokozaton olyan anyagot tanulnak a tanulók, amely megfelel megismerő képességüknek és szellemi érdeklődésüknek. Figyelembe vették azt is, hogy a fizika-tananyag kezdete a tanulók ifjú korára esik, amikor még túl sok elméleti elmélyülést nem kívánhatnak tőlük.

Az első fokozat a VI-VII. osztály fizika-anyag. A tanterv figyelembe vette azt a tényt, hogy a tanulók már elég sok ismerettel rendelkeznek a fizika területén (természetrajz-, földrajz-, matematikaórákon, valamint az életből szerzett ismeretek).

A VI. osztály anyagának vázlata az alábbiakban foglalható össze: Elemi mechanikai ismeretek (egyszerű mérések; a szilárd, cseppfolyós és légnemű testek alapvető tulajdonságai, a mozgás-típusok, az erő, a munka és az energia). Ezeket az ismereteket heti két órában sajátítják el a tanulók.

A VII. osztály a termodinamika anyagával is foglalkozik. Jellemző a tanítás lényegére: "a tanterv azt ajánlja, hogy a hőjelenségek tanulmányozása a molekuláris kinetikai elmélet elemeinek a kifejtésével kezdődjék...". (5)

A tanterv javasolja a hőtan alábbi feldolgozását:

1. Bevezetés
2. A testek molekuláris szerkezete. A molekulák mozgása.
3. A testek hőtágulása
4. Hőátadás
5. Hőmennyiség
6. Az anyag halmazállapotának változása hevítés és hűtés esetén
7. A hő és a munka
8. Víz-, szél- és hőerőgépek

A második fokozat a VIII-IX-X. osztály fizika-anyag, amely az első fokozatban tanult anyagrészeket magasabb szinten tárgyalja. Alapvető elvként alkalmazzák a "molekula" (részecske, golyó-modell), az "energia" (elsősorban energia), a kölcsönhatások stb. elmélyített értelmezéseit.

Az áttekinthetőség kedvéért közöljük a termodinamikai anyagrészeket. A IX. osztályban oktatásra kerülő termodinamikai anyag:

- 1./ Molekuláris kinetikai elmélet alapjai (pl.: a molekulák és az atomok, a diffúzió, a Brown-mozgás, a molekuláris mozgás szilárd, cseppfolyós és gáznemű testekben).
- 2./ a) Pascal, Dalton, Avogadro-törvényei, a Loschmidt-szám, a molekula tömege.
b) Boyle-Mariotte-törvénye
c) Gay-Lussac és Charles-törvénye
d) Az ideális és a reális gázok
e) Az abszolút hőmérséklet
f) A gázállapot egyesített egyenlete
g) Sűrített gázok alkalmazása
- 3./ A szilárd és folyékony testek kiterjedése
- 4./ A hőmennyiség mérése. A hő, a munka, az energia
- 5./ A testek halmazállapot-változásai
- 6./ Néhány meteorológiai ismeret
- 7./ A hőerőgépek.

Befejezésül összefoglaló adatokat közlünk a termodinamika óráinak számáról:

A VI. osztály: Termodinamikai részaránya kb. 18 óra.

VII. osztály: Termodinamikai részaránya kb. 31 óra.

Részletesebben:

- A hő és a munka kapcsolata kb. 14 óra
- Gázok viselkedése kb. 9 óra
- Gyakorlati vonatkozások kb. 8 óra

IX. osztály: Termodinamikai részaránya kb. 60 óra.

III. Termodinamika oktatása hazánkban

A termodinamika iskolai tanításának fejlődését tekintve négy fokozatot különböztetünk meg. (5)

Felsoroljuk azokat a problémákat is, amelyek az adott szemlélet alkalmazásával tárgyalhatók.

1./ A hőanyagelmélet. Alapfogalmi: a hőmérséklet, a hőanyag (hőmennyiség).

Az alapvető összefüggések:

- a) A hőmérséklet és egyéb fizikai paraméterek kapcsolata.
- b) Az a) alapján a hőmérsékleti skálák megállapítása és a hőmérők működési elve.
- c) A hőmennyiség és a hőmérséklet kapcsolata, kalorimetria.
- d) A halmazállapot-változások leírása. (A látens hő fogalmi bevitelének mesterkéltsége.)
- e) A hő terjedésének módjai.

2./ A hő, mint molekuláris mozgás

(Egyelőre az energia-tétel nélkül). az 1.-hez kiegészítésként a következő kérdéskörök járulnak:

- a) A hőanyag-felfogás cáfolata. Hőanyag helyett a hőmennyiség kvalitatív molekuláris értelmezése (rendszerint homályos elgondolásokkal).
- b) Ezen elmélet keretében születik meg az a hipotézis, hogy a hőmérséklet arányos a molekuláris mozgás átlagsebességének négyzetével. (Ez csak ideális gázra véve igaz.)
- c) A megmaradási tétel a következő értelemben: adott esetben a hőmennyiség megváltozása a be- (ill.) kivezetett hő, valamint a sűrűlődkor keletkezett hő összegével egyenlő.
- d) Carnot: hőerőgépek hatásfoka. Hőből nem nyerhető korlátlanul mozgás.

3./ Mechanikai (energetikai) hőelmélet. (Clausius, Kelvin)

- a) A hőmérséklet fogalmának mélyebb értelmezését még nem adja.
- b) A hő és a munka energetikai egyenértékűsége. Kezdetben kialakul a hőenergia fogalma, mely azonban konzekvensen nem érthető. Új fogalom a belsőenergia bevezetése.
- c) Új fogalom: az entrópia. Reverzibilis és irreverzibilis folyamat. A kompenzált és a nem kompenzált hő.
- d) Az abszolút hőmérsékleti skála.
- e) A kémiai potenciál, a kémiai affinitás.
- f) A molekuláris kinetikus elméletek. Az entrópia és az állapotváltozárúség.

4./ Modern termodinamika

A Magyar Tudományos Akadémia 1983-ban megtárgyalta a Gimnáziumi Fizikai tanterv c. anyagot, amelyről az alábbi véleményt közöljük:

- a) A Bizottság megállapította, hogy az új tanterv előrelépést jelentett a régiekkel szemben, mert kielégíteni igyekszik a világ természettudományos megismerése és a műszaki civilizáció egyre nagyobb előretörése által támasztott társadalmi igényeket. Az új tanterv vitathatatlan érdeme, hogy a figyelmet ráirányította az életünk és jövőnk szempontjából fontos modern fizikai jelenségekre.
- b) A Bizottság a jelenlegi tanterv koncepciójával több szempontból nem ért egyet, mert
 - a fizika oktatásának minden oktatási szinten induktív utat kell követni; kísérlet -- fenomenológia -- mikroszkópikus leírás -- alkalmazás sorrendben. A jelenlegi tanterv elvben elismeri az induktív utat, de gyakorlatban nem alkalmazza következetesen.
 - Átfogó érvényű elvek, törvények mély megértésén keresztül akarja kialakítani a gimnáziumi tanulóknál a fizikai világképet. Ezek az elvek azonban túl elvontak, megértésükhöz jól megismert kísérleti tényeken keresztül vezető induktív megközelítés és bonyolult matematikai apparátus lenne szükséges.
 - Túlzott mértékben van tekintettel a kapcsolódó tantárgyak (kémia, biológia) igényeire, de azokat megfelelő szinten kielégíteni nem tudja.

- Nagymértékben támaszkodik az általános iskolában szerzett ismeretekre anélkül, hogy az ott tanultakat magasabb szinten megismételné.

c) A Bizottság a tanterv felépítésében a tradicionális -- esetleg egy pontmechanikával vagy fenomenológikus hőtanmal induló -- utat tartja helyesnek, amely azonban nem követi a linearitás elvét, hanem magasabb szinten indokolt esetben megismétli az ismereteket.

Mi az alábbiakban legmodernebbnek vélt tankönyvek termodinamikai részét ismertetjük. A gimnáziumban mind a 4 osztályban tanítunk fizikát. A termodinamika témakörét két részre bontották. Az első osztályban és a negyedikben tanítják a molekuláris és statisztikus termodinamikát.

A Bizottság véleményét ismerve megállapíthatjuk, hogy a beindult általános iskolai könyvek elfogadottnak és megfelelőnek tekinthetők. Ugyanakkor a gimnáziumi tantervi anyag és annak feldolgozása még ma sem egységes. Jelenleg a gimnáziumokban minimum kétféle tankönyv szerint folyik az iskolai tanítás.

4.1. Termodinamika oktatása az általános iskolában

Vizsgáljuk meg nagyon röviden az általános iskolában folyó termodinamikai anyagot:

A VI. osztályban: a felmelegedéssel és a lehűléssel járó fizikai változások

További tagozódás: szilárd testek, folyadékok és gázok hőkozáta változásának, valamint a halmazállapot-változások megfigyelése.

A VII. osztályban: az energia, az energia átalakulása, megmaradása.

Ezen belül: az energia mint a testek munkavégző képessége. A hőenergia mértékegysége. A hőforrások, a hővezetés, a hőáramlás, a hősugárzás vizsgálata. Hőfelvétel és hőleadás a halmazállapot-változások folyamán, a hőerőgépek.

Megítélésünk szerint az általános iskolai tankönyvek jók és jól használható, a tanár és a diák számára egyaránt.

4.2. Termodinamika oktatása a gimnáziumban

A gimnáziumi oktatásban két könyv használatos leggyakrabban.

A legmodernebbnek tekinthető a következő:

a) A gimnázium I. osztálya számára

Bakányi--Fodor--Marx--Sarkadi--Tóth--Újj: Fizika I.

A tankönyv tagozódása:

- Sokaság (megfigyelés, kísérlet, modellezés, folyamatok, energia egyenletes eloszlása stb.)
- Hőmérséklet (gáz nyomása, pV szorzat vizsgálata, gázok energiája, hőkapacitás, fajhő stb.)
- Kölcsönhatás (golyók kölcsönhatása, forrás, lecsapódás, Boltzmann-állandó stb.)
- Rendeződés (rend és rendetlenség, hőáramlás, halmazállapot stb.)

b) Gimnázium IV. osztály számára:

Tóth Eszter: Fizika IV.

A könyv tagozódása:

- Statisztikus fizika (sűrűségeloszlás, energiaeloszlás, hőmérséklet, Boltzmann-eloszlás, entrópia, munka és hő, munkavégzés állandó hőmérsékleten stb.)
- Atomfizika
- Magfizika
- Asztrofizika és anyagfejlődés

Vizsgáljuk meg e két osztály anyagát. Az első osztályos könyv a hőtani és más fizikai alapjelenségek anyagszerkezeti magyarázatával foglalkozik. Ilyen pl.: megfigyelés, kísérlet, modellezés. A gázok modellezése. Mozgás és kölcsönhatás. Osztoszkodás az energián. Megállapíthatjuk, hogy a könyv főleg a gázok, folyadé-

kok és szilárdtestek golyómodelljét tárgyalja és arra építi fel a makrovilágot. A jelenségek leírása, a fenomenológiai törvény megfogalmazása, a modell alapján nyert eredmény kísérleti ellenőrzése után a modell finomítása már nem mindenkor követik egymást helyesen. Az anyag molekuláris szerkezetére történő rávezetés nagyon jó. A következő fejezet a hőmérséklet értelmezése és a hőmérséklet megváltozásával kapcsolatos egyéb vizsgálatok.

Ide tartoznak a gáztörvények. A gáz energiájának megváltozása. A gázok fajhője és hőkapacitása. Ezek után kerül sor a kölcsönhatások tárgyalására. Termodinamikai célból a forrás és becsapódás témája kerül feldolgozásra. Végül elég felületesen bevezeti a tankönyv a Boltzmann-állandót. Megállapíthatjuk, hogy az új tankönyv merészen nyúl sok matematikai fogalomhoz, aminek a gimnázium első osztályában semmi alapja nincs.

A negyedik osztályban statisztikus fizika címszó takarja a termodinamikát. A szerző merészen tárgyal olyan részeket, melyeknek itt sincs meg a matematikai ismeret. Ilyen témák a sűrűségeloszlás. Az energiaeloszlás. Ezekután tárgyalja a hőmérséklet molekuláris értelmezését, Boltzmann-eloszlást. Végül az entropia fogalmát tanítják, mint a rendetlenségnek a mértékét.

c) Az előző pontokban ismertetett tankönyv mellett egyenrangú feltételek mellett nagy oktatói számban használják a Vermes Miklós által írt tankönyvet.

A felépítése könnyebben következő az előzőeknél és tárgyalási módja nem tartalmaz sok elvont, a tanulók által nehezen követhető koncepciókat.

Az I. o. tankönyvre még azt is mondhatjuk, hogy igen leegyszerűsített problémák felvetésével vezeti be a tapasztalati törvényeket. Az elvontnak tekintett molekuláris elméletet is tapasztalati törvényekre építi fel, s modellnek a molekulákat tekinti.

A tankönyv az alábbi fejezetekre épül:

- Néhány mechanikai törvény felidézése (az erő, sebesség, gyorsulás, impulzus, munka, energia stb.)
- Gázok viselkedése változatlan hőmérsékleten (gázok tulajdonságai, Boyle-Mariotte-törvény, gázmolekulák repülési sebessége, mozgási energiája, Avogadró-törvénye)
- Gázok viselkedése változó hőmérsékleten (Gay-Lussac-törvényei, egyesített gáztörvény, a gázok energiájának változása a hőmérséklettel, melegítés módjai, hőtan I. főtétele, hőerőgépek)
- Folyadékok viselkedése változatlan hőmérsékleten (Ebben a részben csak mechanikai kérdéseket tárgyalnak)
- Folyadékok viselkedése változó hőmérsékleten (hőkiterjedés, kalorimetrikus feladatok, párolgás, forrás, a kritikus állapot)
- Szilárd testek viselkedése állandó hőmérsékleten (Csak mechanikai kérdések tárgyalása)
- Szilárd testek viselkedése változó hőmérsékleten (vonalas hőtágulás, a felmelegítéshez szükséges energia, olvadás és fagyás)

Az II. - III. osztályban termodinamikával nem foglalkoznak. A IV. osztályban a tankönyv 9 oldalán keresztül statisztikus fizika címmel ad termodinamikai képzést. A könyv három témakörben ad tájékoztatást -- másnak nem nevezhető -- a statisztikus fizikáról:

- Az egyenletes anyageloszlás tartalmazza az entrópiát: "A lehetséges cserék száma fontos mennyiség, mert arányos az eloszlás változhatóságával. A lehetséges cserék számának logaritmusát entrópiának nevezik. (Ez az entrópia fogalom egy speciális esete)." (6)
- A gázmolekulák sebességeloszlása ismerteti minden különösebb magyarázat nélkül a Maxwell-féle sebességeloszlási szabályt.
- A gáz sűrűségének függése a magasságtól lényegében "Elmélkedjünk légkörünk nitrogén (és oxigén) molekuláinak viselkedéséről." (7) gondolat elemzi és közli a

$$f = \sum e^{-\frac{mgh}{kT}}$$

formulát.

Megállapíthatjuk, hogy a Vermes Miklós által írt könyvek a konvencionális témákat dolgozza fel és a modernséget csak "betárolt" nehezen érthető képletekkel képviseli.

IV. Összefoglaló magyarázat

A magyar és szovjet iskolákban folyó termodinamikai oktatás fejlődéstörténetében sok hasonlóságot mutat. A szovjet oktatásban a modell-szemlélet kialakítása még nem olyan, mint a magyar iskolákban. Ha az összehasonlítást elvégezzük, akkor lényegében a Vermes Miklós koncepciójához hasonlítható a szovjet termodinamika oktatása.

Természetesen ez nem jelenti azt, hogy a magyar iskolareform a legideálisabb. Hiszen a tankönyvekben létkörzödő oktatási koncepciók tovább növelték a tantervi problémákat. Megállapítható az is, hogy a magyar tantervi követelmény mennyiségileg és minőségileg is megterhelő diákra és tanárra egyaránt. A tankönyvek sok új megközelítést, különösen az I. osztályos tankönyvekben, számos jól végig gondolt tanulói és tanári kísérletet tartalmaznak, amelyek igen nagy értéket képviselnek.

Irodalomjegyzék

1. Barman. E.: A "Physical Science Cornitte" és ennek reformjavaslatai az USA-ban folyó fizika tanítására.
(Praxis de Naturwissenschaften, Teil A.: Physik - Chemie 1960. 2. 53--55 old.)
2. Pustulnyik. I. -- Perner D.: Új fizikát az iskolában.
(Physik in der Schule 1963.. No 4. 121--126. old.)
3. Szabó Á.: A fizika mint tantárgy a szocialista országok iskoláiban.
A fizika tanítása 1986. 6. (184--190. old.)
4. Gorjacsikin: Osnavna Skola programatiska struktura. 1964.
5. Dr. Fényes Imre: A termodinamika középiskolai tanításának néhány kérdése. (Középisk. tanárok továbbképzésén elhangzott előadásának különlenyomata 1963.)
6. Vermes Miklós: Fizika gimnázium IV. osztály. Tankönyvkiadó, Bp. 1987.
7. Hidasi K.: Hőtan alap- és középfokú oktatásának fejlődése 1968-ig néhány európai szocialista országban. Egri Ho Si Minh Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei (IX. 1971. 91. old.)
8. Reznikov, L. I.: A középiskolai fizikatanítás tartalmi és szerkezeti fejlődésének útja. (Fizika skole. 1963. No 4. 24--31. old.)
9. Schuster, G.: A fizikaoktatás modern terve (Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht. 1964/65. évf. 9. füzet 339--404. old.)
10. Cocroff Jolm: A fizika tanítása a modern világban (The School Science Review 1963. No 155. 12--22 p.)

